

수종별 목재 데크재의 내구성에 관한 연구

김 경 중, 이 원 재, 최 철, 김 희 진, 강 석 구[†]

충남대학교 농업생명과학대학 환경소재공학과

Study on Durability of Wood Deck according to Species

Kyoung Jung Kim, Won Jae Lee, Chul Choi, Hee Jin Kim, Seog Goo Kang[†]

Department of Bio-based Materials, Chungnam National University, Daejeon 34134, Korea

Abstract: Recently, as people's interest in wood has increased, the use of wood as household and landscape decking materials has increased. As the deck material, imported wood such as synthetic wood, Ipe, and Malas was used in addition to the existing preserved wood, but recently deck use has been activated as part of the activation of domestic materials. As an important quality factor in the selection of such decking materials, various durability along with weatherability for long-term use is required for maintenance. Generally used tropical hardwoods have excellent weatherability and durability without additional preservative treatment. However, the domestic larch is a wood species with a higher specific gravity and durability than ordinary conifers. However, it has not yet been used as a deck material due to lack of comparative studies on its characteristics. Therefore, hardness and durability of wood were measured using six specimens of Ipe, Massaranduba, Malas, Douglas-fir, Larch and Torrefied-Larch. Density Profile was used to measure the density, and Brinell hardness test and resistance test against momentary impact were carried out for the test of resistance to static load. Also, The hardness and durability of wood were measured by caster test with resistance test against dynamic load, as well as, nail down test by experiment on surface hardness and durability. As a result of the experiment, the hardness was increased in proportion to the density, and it was confirmed that the imported lumber was harder and durable than the domestic larch.

Keywords: wood deck, durability, hardness, caster test, nail-down test

1. 서 론

최근 목재에 대한 국민들의 관심이 증가하면서, 가정용 및 조경용 데크재로써 목재의 사용이 증가하고 있다. 데크재는 야외 테라스나 공원 산책로에 설치되는 일종의 옥외형 마루로써 많이 사용된다. 국내 천연목재 데크재의 시장규모는 14년 기준 약 734억 원이며, 방부목 데크재는 1276억 원, 합성

목재 데크재는 526억 원이다(NewTechWood, 2014.6). 국내 데크재 수요는 매년 30% 증가세이며, 2018년에는 전체 시장규모가 약 5,000억 원 이상 예측된다. 기존의 방부처리목재와 더불어 합성목재, Ipe, Malas 등의 수입산 목재가 주로 사용되었으나, 최근 국산재 이용의 활성화 정책으로 낙엽송의 데크재 적용이 활성화되고 있어 국내산 천연목재 데크재 시장이 활기를 띠고 있다.

이러한 데크재의 선택에 있어 중요한 품질요소는 장기사용에 대한 내후성과 더불어 다양한 내구성이 유지관리 차원에서 요구되고 있다. 일반적

2017년 3월 14일 접수; 2017년 4월 17일 수정; 2017년 4월 23일 게재확정

[†] 교신저자 : 강 석 구 (lachesis@cnu.ac.kr)

Table 1. 함수율(Moisture content)

	Ipe	Massaranduba	Malas	Douglas- fir	Larch	Torrefied Larch
Moisture contents (%)	13.07	12.87	16.47	13.57	8.35	3.28

Table 2. 목재시험편의 밀도 정상(Result of Density Profile)

	Ipe	Massaranduba	Malas	Douglas- fir	Larch	Torrefied Larch
Density (g/cm ³)	0.96	1.05	0.80	0.35	0.47	0.55

으로 사용되고 있는 열대산 활엽수재의 경우 별도의 방부처리 없이 우수한 내후성과 내구성을 가지고 있지만, 국산 낙엽송은 일반 침엽수에 비해 비중과 내구성이 좋은 수종이지만 아직 데크재로서 그 특성에 관한 비교 연구가 부족한 실정이다.

따라서 내구성 실험을 통해 낙엽송을 이용한 데크와 기존의 열대 활엽수재 데크 간의 내구성과 경도를 측정하고 특성을 비교하여 국산재 낙엽송 데크재를 활용하기 쉽게 하는 데에 목적을 두었다.

일반적으로 목재 데크의 수종을 비교할 때 사용자들은 날카로운 물체 또는 손톱으로 목재의 표면에 힘을 가해서 비중과 함께 표면경도를 측정하는데 좀더 수치적으로 수종별 표면경도를 측정하는 연구의 필요성이 있다.

본 연구에서는 목재의 표면경도를 측정할 표준안을 연구하고자 현재 목재의 표면경도를 측정하는 방법에 한계가 있는 것으로 사료된다. 그리하여, 정적하중시험(Brinell hardness test), 충격하중시험(Steel ball falling impact test), 동적하중시험(Castor wheel test)을 실시하였으며, 표준시험방법 및 규격에 포함되어있지 않은 방법으로서 ‘표면에 하중을 가하여 못이 들어가는 깊이에 따라 표면경도를 측정방법’ 즉, ‘못박기시험’을 추가 실시하였으며, 아울러 비중(밀도 경사, Density profile)도 측정하였다.

2. 재료 및 방법

2.1. 공시재료

본 시험의 공시재료는 목재 데크재로서 시중에 유통되고 있는, 이페(Ipe, *Tabebuia ipe* Standley), 말라스(Malas, *Homalium foeti dum Bth*), 마사란

**Fig. 1.** 마찰저항성 시험기(SDAX5000 of Sunwood社).

두바(Massaranduba, *Manilkara huberi* Ducke), 더글라스퍼(Douglas-fir, *Pseudotsuga menziesii*), 낙엽송(Larch, *Larix leptolepis*), 고열처리낙엽송(Heating/200°C, *Larix leptolepis*)을 사용하였으며, 공시재료의 준비는 국내의 H사로부터 분양받았으며, 공시재료의 성상은 상단 Table 1 및 2와 같이 조사되었다.

2.2. 실험 방법

밀도의 측정 방법은 비중은 비중시험편을 별도로 만들어 측정하였고, 경도의 측정방법은 정적하중시험(Brinell hardness test), 충격하중시험(Steel ball falling impact test), 동적하중시험(Castor wheel test), 못박기시험(Nail down test)으로 구분 배치하여 수종 간 비교 실험을 하였다. 모든 실험의 측정 위치는 데크재로 사용될 때 노출되는 접선방향에서 실시하였다.

2.2.1. 비중시험(밀도경사, Density Profile)

본 시험은 목재의 기초 조사로서 밀도를 검토하기 위한 방법으로서 일반적으로 MDF 및 PB의 밀도경사를 측정하는데 사용하는 Fig. 1과 같은 비중시험 설비를 S사의 장비를 사용하여 측정하였다. 사용한 설비는 독일 GreCon社의 DAX5000을 이

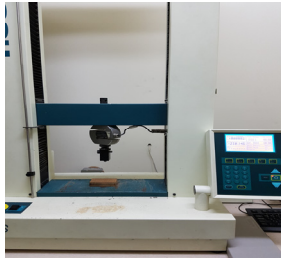


Fig. 2. 정적하중시험(Brinell hardness test).



Fig. 4. 동적하중시험(Caster wheel test).



Fig. 3. 충격하중시험(Steel ball falling impact test).

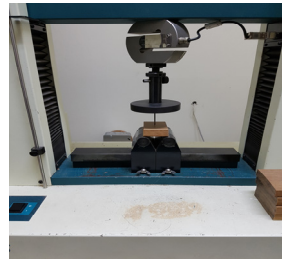


Fig. 5. 못박기시험(Nail down test).

용하였고, 시험편의 사이즈는 50 mm × 50 mm × 10 mm의 크기로 재단 후 측정하였다.

2.2.2. 정적하중시험(Brinell hardness test)

목재의 정적하중에 대한 저항성을 검토하기 위해 주로 많이 사용해진 방법으로서 KS F 2212에 준용하여 정적하중시험(Brinell hardness test)을 실시하였다.

시험편의 크기는 너비 50 mm, 길이 80 mm, 두께 20 mm로 제작하였고, 1개 시험편당 20 mm 간격으로 3회 반복으로 실시하여 총 15회 반복 처리하였다. 측정장비는 만능재료시험기(universal testing machine)을 이용하였다. 하중은 0.5 mm/min의 속도로 $1/\pi$ (약 0.32 mm)의 깊이까지 쇠구슬을 압입시키고, 이때의 하중을 측정하였다. 경도의 계산은 식 (1)에 의하여 계산하였다.

$$H_c = \frac{P}{\pi D h} = \frac{P}{10} \quad (1)$$

(D : 쇠구슬의 직경 10 mm, h : 쇠구슬의 압입 깊이, P : 하중)

2.2.3. 충격하중시험(Steel ball falling impact test)

목재의 순간적 충격에 대한 저항성을 검토하기 위하여, 지름 35 mm, 중량 200 g의 쇠구슬을 1 m 높이에서 시험편 위로 떨어뜨린 후 깊이 표시(depth gage)를 이용하여 깊이를 측정하였다. 시험편의 크기는 길이(L) 300 mm, 너비(W) 80 mm 이상, 두께(D) 20 mm로 제작하였다. 1개의 시험편당 5회 실험하였고, 총 15회 반복하였다. 교차간 영향을 줄이기 위해 각 시험간의 거리는 50 mm 간격을 두었다.

2.2.4. 동적하중시험(Castor wheel test)

목재의 동적하중에 대한 저항성을 확인하기 위해 KS K 4918 및 ISO 2011에 각각 규격과 규정을 준용한 동적하중시험(Castor wheel test)을 실시하였다. 측정기구는 마찰시험기(rubbing tester)를 이용하였고, 바퀴의 이동거리는 200 mm이다. 시험편의 크기는 길이 300 mm, 너비 80 mm 이상, 두께 20 mm 이상으로 제작하였다. 바퀴에 30 kg의 하중을 주고, 1개의 시험편당 40, 80, 120, 160, 200, 300, 400, 600회의 사이클을 실시하였고, 3회 반복하였다. 각 사이클마다 깊이 표시(depth gage)를 이용해 파인 깊이를 측정하였다.

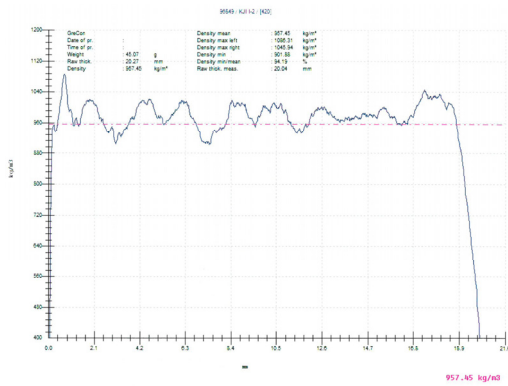


Fig. 6. 비중-이페(Density Profile - Ipe).

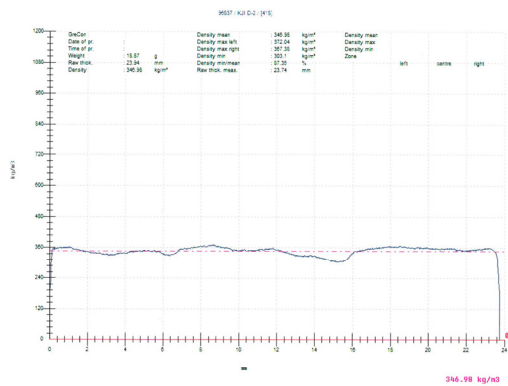


Fig. 9. 비중-더글라스퍼(Density Profile - Douglas-fir).

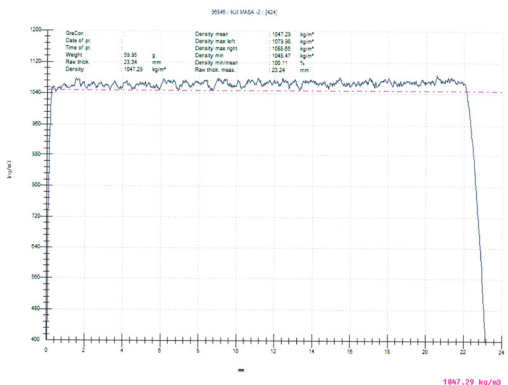


Fig. 7. 비중-마사란두바(Density Profile - Massaranduba).

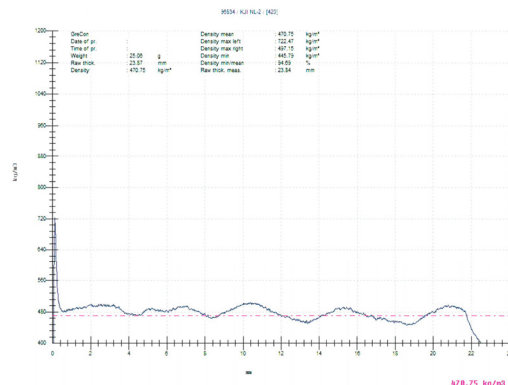


Fig. 10. 비중-낙엽송무처리재(Density Profile - none-Larch).

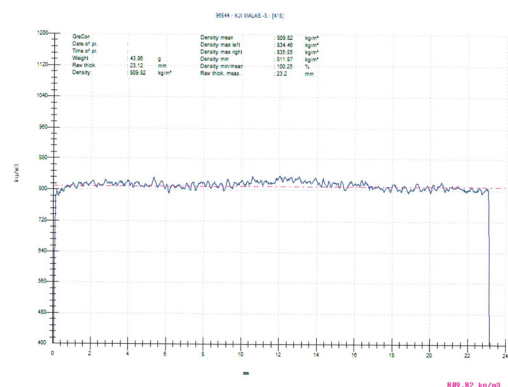


Fig. 8. 비중-말라스(Density Profile - Malas).

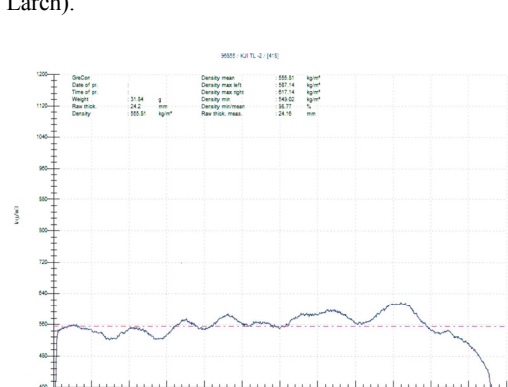


Fig. 11. 비중-낙엽송처리재(Density Profile - Treatment Larch).

2.2.5. 못박기시험(Nail down test)

목재의 표면경도와 내구성에 대한 실험으로 만능재료시험기(universal testing machine)를 이용하여 못을 박는 실험(못박기시험, Nail down test)을 실시하였다. 시험편은 길이(L) 80 mm, 너비

(W) 50 mm, 두께(D) 20 mm로 제작하였고, 지름 2.7 mm, 길이는 50 mm인 못을 사용하였다. 10 mm/min의 속도로 시험편 반대편으로 뚫고 나올

때까지 압입시켜 이때의 하중을 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 시료의 밀도와 표면성

목재의 밀도와 표면 경도·내구성의 관계를 검토하기 위해 S사의 독일 GreCon사 DAX5000을 사용하여, 각 시편의 밀도를 측정하였다. 실험 결과는 Table 2와 같이 나타났다. Figs. 6~11에 볼 수 있듯이 마사란두바(Massaranduba) > 이페(Ipe) > 말라스(Malas) > 고열처리낙엽송(200°C, Heating Treatment Larch) > 낙엽송(Larch) > 더글라스-피(Douglas-fir) 순으로 밀도 순위임을 확인하였다.

3.2. 목질재의 표면경도(정적하중시험, Brinell hardness test)

목재의 표면경도를 측정하기 위한 실험을 실시한 결과, Fig. 12과 같이 나타났다. 경도의 측정치

는 밀도와 비례하는 것으로 나타났다. 비중시험(Density Profile) 결과에서 이페(Ipe)는 마사란두바(Massaranduba)에 비하여 밀도가 낮았음에도 불구하고 표면경도가 높게 조사되었고, 고열처리낙엽송이 일반 낙엽송에 비하여, 경도 및 밀도 값에서 더 높은 결과를 나타냈다.

3.3. 충격하중시험(Steel ball falling impact test)

순간적 충격에 대한 저항성을 확인하기 위해 실험한 결과, Fig. 13에서와 같이 조사되었다. 밀도가 낮을수록 깊게 파인 것을 알 수 있다. 그러나 Douglas-fir에서 밀도가 가장 낮음에도 불구하고 깊이가 얇게 파인 것으로 나타났다.

3.4. 동적하중시험(Castor wheel test)

목재의 동적하중(Castor wheel test)에 대한 내구성을 측정하기 위해 실험한 결과, Fig. 14과 같이 나타났다. 이페(Ipe), 마사란두바(Massaranduba),

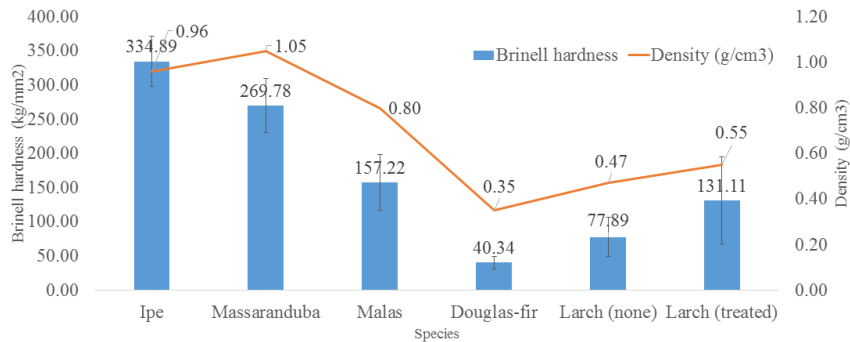


Fig. 12. 정적하중시험 그래픽(Graph of Brinell hardness and density).

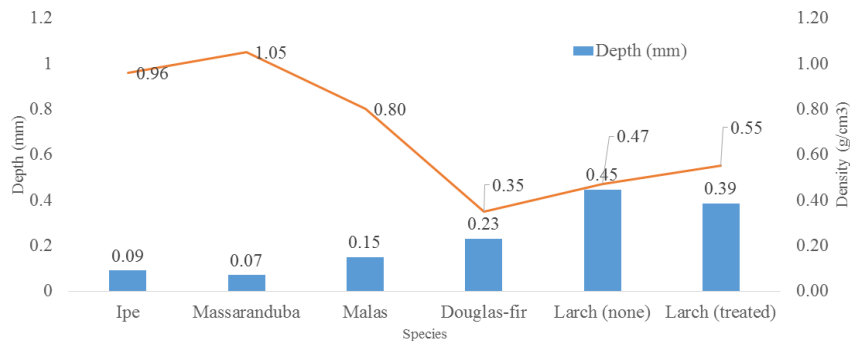


Fig. 13. 충격하중시험 그래픽(Graph of depth gage of Steel ball falling impact test).

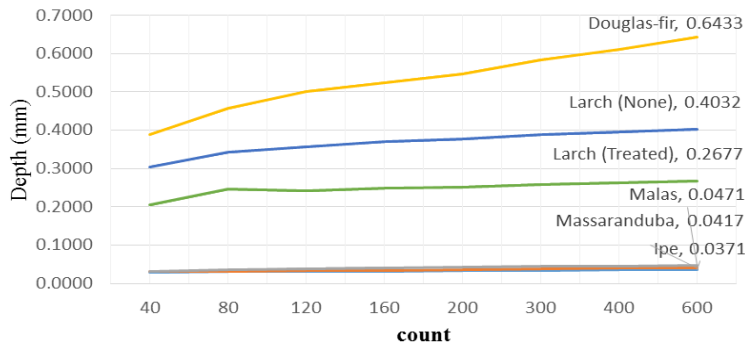


Fig. 14. 동적하중시험 깊이표시 그래픽(Graph of depth gage of Castor wheel test).

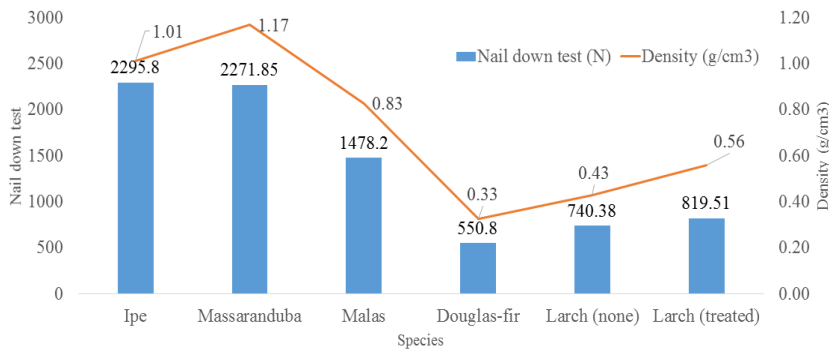


Fig. 15. 못박기시험 그래픽(Graph of Nail down test).

말라스(Malas) 등에 대한 값의 변화가 미미하여 비교하기 불가하다. 그러나 더글라스-퍼(Douglas-fir)와 고열처리낙엽송(Heating Treatment Larch), 낙엽송(none-Larch)에 대한 값은 밀도에 비례하여 깊이 표시(Depth gage)가 증가하는 것으로 조사되었다.

3.5. 못박기시험(Nail down test)

목재의 표면경도와 내구성에 대한 실험으로 못박기시험(Nail down test)을 한 결과, Fig. 15에서 보는 바와 같이 밀도가 높은 수종에서 못박기하중치가 높은 결과를 보였다. 여기서 이페(Ipe)는 시험편 2번째, 6번째를 제외한 나머지 모든 처리조사에서 못이 휘는 결과가 나왔다. 그러므로 측정이 불가하여 정확한 값이 아니지만 다른 종류의 목재에서는 못이 휘는 결과가 나오지 않는 것으로 보아 가장 높은 값을 갖는 것으로 사료된다.

4. 결 론

본 연구에서 정적하중시험(Brinell hardness test), 충격하중시험(Steel ball falling impact test), 동적하중시험(Castor wheel test), 못박기시험(Nail down test)을 통하여 수종별 목재 데크재의 내구성에 대해 측정하였으며, 그 결과는 다음과 같다.

1. 밀도 측정 결과, 이페(Ipe), 마사란두바(Massaranduba), 말라스(Malas), 고열처리낙엽송(Heating Treatment Larch), 낙엽송(Larch), 더글라스-퍼(Douglas-fir) 순으로 경도의 경향을 나타냈다.

2. 충격하중시험(Steel ball falling impact test)에서 더글라스-퍼(Douglas-fir)가 밀도가 낮았으나, 쇠구슬에 파인 깊이가 작은 것에 대한 고찰 및 결과에 대해서는 추가검토가 필요한 것으로 사료된다.

3. 동적하중시험(Castor wheel test)에서 이페(Ipe), 마사란두바(Massaranduba), 말라스(Malas)에 대한 실험 결과는 매우 미미한 차이가 나타나,

추가검토가 요구되며, 못박기시험에서 이폐의 시편에 못이 들어가지 않아 신뢰할 수 있는 값을 확인할 수 없었다.

4. 국산목재 나무를 이용한 테크재의 개발을 위해서 고열처리낙엽송(Heating Treatment Larch)과 낙엽송(Larch)에 대한 경도를 측정된 결과, 기존 수입목재들에 비해 높은 경도를 보였으나, 수입목재들에 비해 낮은 경도를 보이고 있어, 차별성을 보이지 못하였다.

참 고 문 헌

- KS F 2212. 2004. Hardness test method of wood, General method, Korea Standard.
- KS F ISO 9087. 2004. Test method for resistance to drawing nails or screws of wood, General method, Korea Standard.
- Jang, S. S. 1995. Impact-Response of Floor Construction Materials, Journal of the Korean Wood Science and Technology, 83-87.
- Cha, J. K. 2003. Comparative study on nail and wood screw withdrawal behavior for domestic small diameter logs, Journal of the Korean Wood Science and Technology, 85-91.
- KS K ISO 4918. 2011. Elastic, textiles and laminated flooring - castor chair test, General method, Korea Standard.
- Alper Aytekin. 2008. Determination of Screw and Nail Withdrawal Resistance of Some Important Wood Species, International Journal of Molecular Sciences, 626-637.
- Bror Sundqvist, Olov Karlsson, Ulla Westermark. 2006. Determination of formic-acid and acetic acid concentrations formed during hydrothermal treatment of birch wood and its relation to colour, strength and hardness, Wood Sci Technol, 549-561.
- H. Holmberg. 2000. Influence of grain angle on Brinell hardness of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.), Holz als Roh - und Werkstoff 58, 91-95.
- Murat KILIC, Erol BURDURLU, Ilker USTA, Umut Ozgur BERKER, Pelin ODUNCU. 2007. Comparative Analysis of the Nail and Screw Withdrawal Resistances of Fir (*Abies Mill.*), Cherry (*Prunus Avium* L.), Walnut (*Juglans Regia* L.) and Oak (*Quercus* L.) Wood, European Coatings Journal., page: 106 (2007).
- Seiji Hirata, Masamitsu Ohta, Yasuo Honma. 2001. Hardness distribution on wood surface, J Wood Sci 47:1-7.